

06

Получение пленок твердых растворов $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ методом магнетронного распыления

© М.К. Гусейнов, М.К. Курбанов, Г.К. Сафаралиев, Б.А. Билалов

Дагестанский государственный университет, Махачкала

E-mail: dgu@dgu.ru

Поступило в Редакцию 8 июня 2004 г.

Методом магнетронного распыления поликристаллических мишеней SiC–AlN получены пленки твердых растворов $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ на подложках 6H–SiC и сапфира при температуре подложки 500–1200°C. Проведены исследования структуры, состава и оптического поглощения пленок. Показано, что пленки, полученные на подложках 6H–SiC при температуре $T \geq 1000^\circ\text{C}$, имеют монокристаллическую структуру. Состав пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ близок составу мишени SiC–AlN.

Широкозонные полупроводники на основе твердых растворов карбида кремния (SiC) в последнее время представляют значительный интерес для создания новых оптоэлектронных и высокотемпературных приборов. Наиболее перспективными для этих целей являются твердые растворы $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ [1].

Получению монокристаллических твердых растворов $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ посвящен ряд работ [2–5]. Однако сведения о получении твердых растворов $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ методом магнетронного распыления с использованием поликристаллической мишени SiC–AlN в литературе отсутствуют.

Целью настоящей работы являлось получение пленок твердых растворов $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ методом магнетронного распыления поликристаллических мишеней SiC–AlN на подложках 6H–SiC, Al_2O_3 в атмосфере аргона и исследование влияния температуры подложки на структуру пленок.

Мишени SiC–AlN с различным содержанием AlN ($C_{\text{AlN}} = 10\text{--}50\text{ mass.}\%$) были получены холодным прессованием субмикронных порошков SiC и AlN при давлении 4 МПа с последующим спеканием при 1700–1800°C в атмосфере азота в течение 60 min. Осаждение

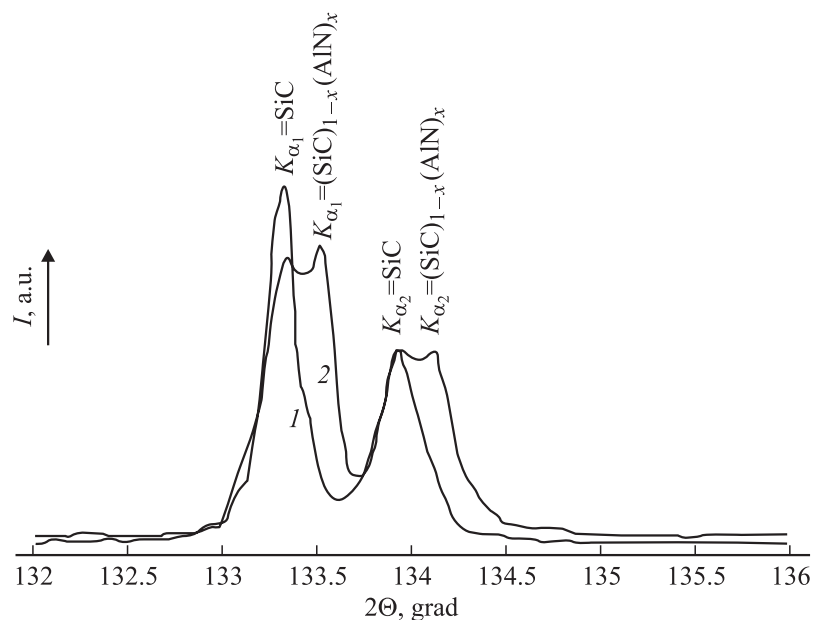


Рис. 1. Дифрактограммы подложки SiC (1) и твердого раствора $(\text{SiC})_{0.7}(\text{AlN})_{0.3}$ (2).

пленок осуществлялось с помощью магнетрона постоянного тока планарного типа при температуре подложки 500–1200°C и давлении аргона $8 \cdot 10^{-2}$ Pa со средней скоростью 0.1–0.15 nm/s. Ток разряда составлял 70 mA. В качестве подложек использовались монокристаллические пластины SiC политаипа 6H (0001) и сапфира Al_2O_3 (0001). Перед процессом осаждения мишень распылялась в стороне от подложкодержателя в течение 15 min.

Рентгенодифракционные исследования структуры полученных пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ толщиной 2–3 μm , проведенные на дифрактометре «Дрон-2» с использованием излучения $\text{CuK}\alpha$, показали, что пленки, полученные при температуре подложки 500°C, имеют аморфную структуру. При температуре подложки свыше 700°C наблюдается переход к поликристаллическому строению. При более высоких температурах $T \geq 1000^\circ\text{C}$ формируются монокристаллические пленки $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$

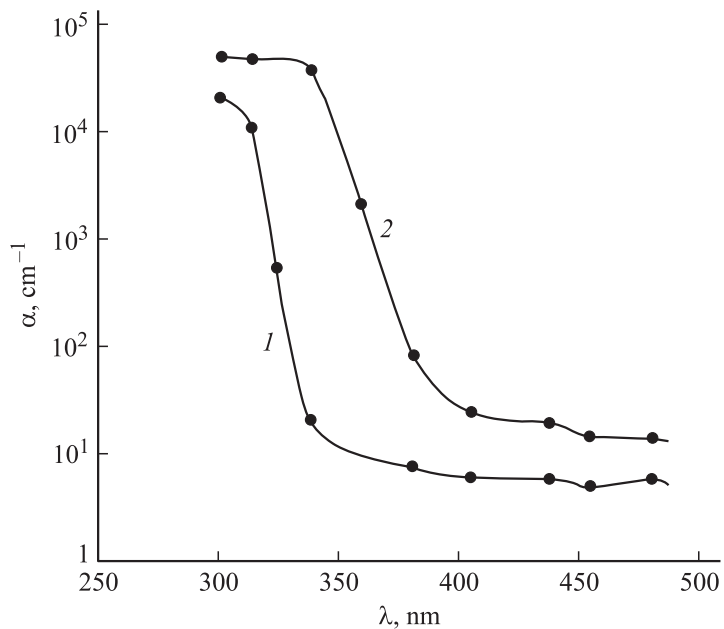


Рис. 2. Спектры оптического поглощения пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$. 1 — $x = 0.3$; 2 — $x = 0.46$.

с кристаллической структурой вюрцита (2H). При этом включений второй фазы не обнаружено. По рентгенодифракционным кривым качения установлено, что структурное совершенство пленок $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$, осажденных на 6H-SiC при температуре подложки $T \geq 1000^\circ\text{C}$, сравнимо с совершенством подложки SiC. На подложках сапфира при температуре свыше 1000°C растут текстурированные по (0001) пленки $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ с разориентацией зерен $0.5-3^\circ$.

На рис. 1 представлены рентгеновские дифрактограммы подложки 6H-SiC и пленки твердого раствора $(\text{SiC})_{0.7}(\text{AlN})_{0.3}$. Использованное отфильтрованное излучение CuK_α , как правило, при достаточной разрешающей способности спектрографа регистрируется как дублет $\text{K}_{\alpha 1}$ и $\text{K}_{\alpha 2}$, что и наблюдается на рисунке. Кроме максимума подложки на дифрактограмме наблюдается выраженный максимум, связанный с твердым раствором. Из-за близости величин постоянных решеток SiC

и $(\text{SiC})_{0.7}(\text{AlN})_{0.3}$ максимумы дифракционных спектров в дифрактограмме отличаются незначительно. Отсутствие других рефлексов на дифрактограмме свидетельствует о монокристалличности полученных пленок. Угловое положение дифракционных рефлексов закономерно смещается в зависимости от состава, что указывает на образование гомогенных твердых растворов.

Анализ элементного состава полученных пленок, выполненный на электронном микроскопе-микроанализаторе LEO-1450 показал, что распределение компонентов твердого раствора Si, C, Al, N по поверхности и по объему однородное, а состав пленок близок составу мишени SiC–AlN.

На спектрометре Lambda 900 в диапазоне $0.3\text{--}0.5\ \mu\text{m}$ измерены спектры пропускания пленок твердых растворов $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ с составами $x = 0.3$; $x = 0.46$, полученных на подложках сапфира при $T = 1000^\circ\text{C}$. На рис. 2 приведена спектральная зависимость коэффициента поглощения. Наблюдаемый сдвиг края поглощения в сторону коротких волн с увеличением AlN в пленке связан с ростом ширины запрещенной зоны твердого раствора $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность управляемого получения однородных пленок широкозонных твердых растворов $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$ на подложках 6H–SiC и Al_2O_3 , с содержанием компонент, определяемым составом мишени.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант А03–2.9–555).

Список литературы

- [1] Янков Р.А., Фельсков М., Крайссиг У. и др. // Письма в ЖТФ. 1997. Т. 23. В. 16. С. 6–14.
- [2] Нурмагомедов Ш.А., Пихтин А.Н., Разбегаев В.Н., Сафаралиев Г.К., Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 17. С. 1043–1045.
- [3] Дмитриев В.А., Елфимов Л.Б., Линков И.Ю. и др. // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17. В. 6. С. 50–53.
- [4] Сафаралиев Г.К., Курбанов М.К., Офицерова Н.В., Таиров Ю.М. // Изв. РАН. Неорг. мат.-лы. 1995. № 6. С. 1–4.
- [5] Курбанов М.К., Билалов Б.А., Сафаралиев Г.К., Нурмагомедов Ш.А. // ФТП. 2001. Т. 35. В. 2. С. 216–218.